

Sanierung von Tunnelbauwerken – Unterschiedliche Randbedingungen erfordern individuelle Lösungsansätze

Dr.-Ing. Jürgen Schmitt, Dipl.-Ing. Heiner Fromm, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Krajewski
CDM Consult GmbH, Alsbach

Dr.-Ing. Christian Wawrzyniak,
CDM Consult GmbH, Stuttgart

Zusammenfassung

Die Sanierung von Bauwerken und insbesondere die Sanierung von Tunnelbauwerken rücken im Bauwesen immer mehr und mehr in den Vordergrund. Dabei stellt die Sanierung von Tunnelbauwerken den Ingenieur vor verschiedenste Herausforderungen. Schon bei der Erfassung der vorhandenen Bausubstanz und der Ermittlung der geotechnischen Randbedingungen ist die Wahl der Untersuchungsmethode entscheidend. So können verschiedene Verfahren zum Einsatz kommen, die vom einfachen Abklopfen der Tunnelschale bis zur Anwendung von geophysikalischen Methoden reichen. Bei der Ermittlung der vorhandenen Tragfähigkeit ist zu berücksichtigen, dass die Standsicherheit von historischen Tunnelbauwerken nach heutiger Normung häufig nicht rechnerisch nachweisbar ist. Die veränderten aktuellen Nutzungsanforderungen und Sicherheitskonzepte bilden eine wesentliche Grundlage zur Konzeption des Sanierungsentwurfs.

1. Einführung

Zahlreiche der im 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts hergestellten Tunnelbauwerke bedürfen zwischenzeitlich der Erneuerung bzw. Sanierung. Ein wichtiger Faktor für die dafür zu ergreifenden Maßnahmen ist das zukünftige Nutzungskonzept. Hier ist zu unterscheiden zwischen Tunneln bei denen reine Instandhaltungsmaßnahmen erforderlich sind, um die bestehende Nutzung aufrecht erhalten zu können und Tunnel bei denen eine Änderung der Nutzung geplant ist. Im vorliegenden Beitrag soll im Speziellen auf die letztere Situation anhand zweier Projektbeispiele eingegangen werden.

2. Bestandsaufnahme Tunnelbauwerk

Grundlage für die Sanierungsplanung ist zunächst die Bestandsaufnahme des Tunnelbauwerks. Hierzu erfolgt eine Sichtung und Bewertung der Bestandsunterlagen. In dieser Phase wird deutlich, welche Informationen über das Tunnelbauwerk bzw. über den Untergrund vorhanden sind bzw. noch benötigt werden.

Bei sehr alten Tunnelbauwerken ist problematisch, dass Bauwerkspläne, Gutachten zum Baugrund oder statische Berechnungen z. B. durch Kriegsereignisse häufig nicht mehr zur Verfügung stehen. Hier ist dann ein geeignetes Erkundungsprogramm bzw. Konzept zur

Begutachtung gefragt. Eine erste Möglichkeit, sich einen Überblick über den Zustand des Bauwerks zu verschaffen, ist die visuelle Begutachtung und handnahe Untersuchung z. B. durch Abklopfen der Tunnelschale bzw. der Bauwerksteile sowie eine Dokumentation von feuchten Stellen bzw. Stellen mit Wasserzutritten sowie eine Kartierung der Risse in der Tunnelschale. Die Ergebnisse sind in einer Schadenskartierung zu dokumentieren. Im zweiten Bearbeitungsschritt sind Bohrungen abzuteufen, aus denen Material zur Festigkeitsbestimmung der Tunnelschale entnommen wird sowie der mögliche Aufbau des Tragwerks abgeleitet werden kann. Aus den Bohrungen sind ferner Aussagen zur Beschaffenheit des Untergrundes abzuleiten. Der Nachteil bei den durchgeführten Bohrungen ist jedoch bekanntermaßen, dass hier nur eine stichprobenhafte Aufnahme des Bauwerks stattfindet.

Eine Möglichkeit eine umfassendere Aussage zu erhalten, besteht in der Anwendung von geophysikalischen Untersuchungsmethoden, deren Ergebnis beispielhaft in Bild 1 dargestellt ist. Allerdings ist bei diesen Untersuchungsmethoden der Einsatz von sehr erfahrenen Spezialisten gefragt, die die Untersuchungsergebnisse korrekt auswerten und interpretieren können. Ebenso sollte die Geophysik nicht ohne Referenzbohrungen zur Kalibrierung des Auswertesystems durchgeführt werden [9].

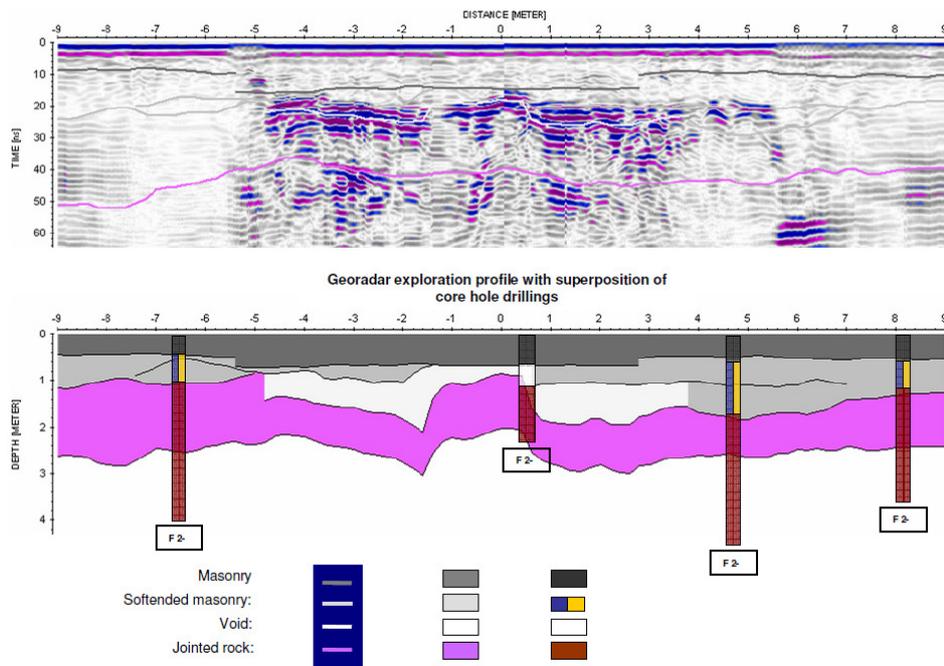


Bild 1: Beispiel geophysikalische Untersuchung (Radargramm)

3. Standsicherheit

Auf der Grundlage der Bestandsaufnahme und der Erkundung ist die Standsicherheit des Bauwerks zu überprüfen. Nach der heutigen Normung ist die Standsicherheit von historischen Tunnelbauwerken meist nicht gegeben bzw. nicht mit den erforderlichen Sicherheiten nachweisbar. Problematisch ist ebenso, dass meist keine statischen Unterlagen mehr vorhanden sind und so die Lastansätze und die Kennwerte nicht einfach überprüft bzw. angepasst werden können.

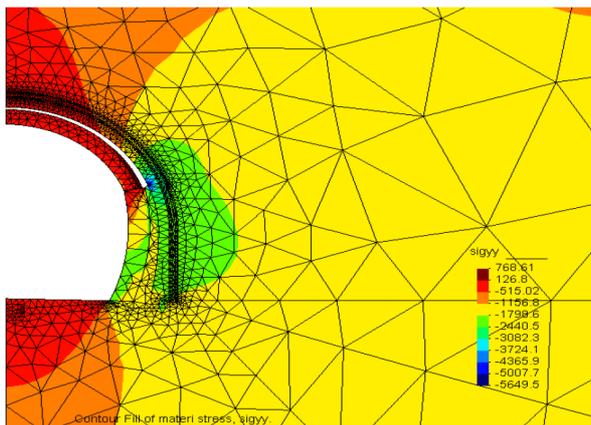


Bild 2: Numerische Berechnungen

Im Tunnelbau ist das Gebirge bzw. der Baugrund Bestandteil des Gesamttragwerks. Mit einfachen Stabwerksberechnungen lässt sich die Belastungsgeschichte dieses Tragwerks nicht nachvollziehen. Ebenso ist es schwierig mit einfachen Stabwerksmodellen komplexe Versagensmechanismen, die bei der Begutachtung festgestellt wurden, nachzuvollziehen. Grundsätzlich ist

es erforderlich, das Tragwerk mit numerischen Verfahren zu analysieren (Bild 2). Das Verfahren der Kompensationsmethode stellt aufgrund des hohen wirtschaftlichen Aufwandes und der vergleichsweise wenig allgemeingültigen Aussage zur mittleren Belastung der Innenschale geringeren Nutzen dar.

4. Nutzungskonzepte

Wesentliche Grundlage zum Entwurf des Sanierungskonzeptes bilden die zukünftigen Nutzungsanforderungen und Sicherheitskonzepte. Bei der zukünftigen Nutzung sind verschiedene Situationen möglich. So ist es denkbar, dass die bestehende Nutzung bestehen bleibt und das Bauwerk entsprechend saniert wird. Es kann aber auch eine Umnutzung stattfinden, z. B. dahingehend dass ein Eisenbahntunnel als Straßentunnel oder Rad- und Fußgängertunnel genutzt werden soll (z. B. Nordbahntrasse Wuppertal, vgl. Abs. 5.2). Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass ein Tunnelquerschnitt aufgeweitet wird, um der Anforderung eines veränderten erforderlichen Lichtraumprofils Rechnung zu tragen (z. B. Frauenberger und Kupferheck Tunnel). Desweiteren können veränderte Sicherheitsanforderungen dazu führen, dass z. B. bei der Erneuerung von Eisenbahntunneln mit einer Länge über 1000 m, die sowohl Personen- als auch von Güterverkehr genutzt werden, zur Vermeidung von Begegnungen der Verkehr in getrennten Röhren zu führen ist. Hierbei wird nach dem Bau der neuen Tunnelröhre die alte Tunnelröhre erneuert und dann mit Querstollen miteinander verbunden (vgl. [5]). Beispiele hierfür sind z. B. der Schlüchterner Tunnel und der Kaiser-Wilhelm-Tunnel.

Mit der Erneuerung von Tunneln ist in den meisten Fällen eine Beeinträchtigung der aktuellen Nutzung

bzw. des Betriebs während der Sanierung verbunden. Dies ist ein wichtiger Faktor bei der Planung des Sanierungskonzeptes, woraus sich verschiedentlich die Notwendigkeit zur Entwicklung innovativer Sanierungskonzepte ergibt. Beispielsweise wurde im Zusammenhang mit der Aufweitung von Querschnitten von Eisenbahntunneln das neue Bauverfahren des „Tunnel-in-Tunnel-Systems“, entwickelt (vgl. [1] bis [5]).

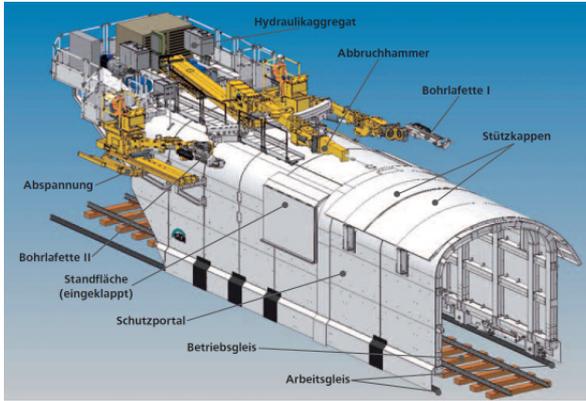


Bild 3: Tunnel-Erweiterungs-Maschine TEM 8400 [3]



Bild 4: Tunnel-Erweiterungs-Maschine TEM 8400 [3]

Das Besondere bei diesem Verfahren ist, dass die Aufweitung des Querschnitts unter laufendem Eisenbahnbetrieb erfolgt. Durch ein verfahrbares Tunnelvortriebsportal der sogenannten Tunnel-Erweiterungs-Maschine (TEM) wird der zeitweise eingleisige Eisenbahnbetrieb während der Vortriebs- und Ausbrucharbeiten eingehaust bzw. geschützt (Bild 3 und Bild 4). Das Lösen der alten Innenschale und des Gebirges erfolgt dann in Zugpausen mit Gleissperrung.

5. Projektbeispiele

5.1 Überwaldbahn, Odenwald

Zwischen 1898 und 1901 wurde als Nebenbahn des Großherzogtums Hessen die 16,5 km lange Überwaldbahn im Odenwald gebaut (vgl. [6]). Eine kommunale

Arbeitsgemeinschaft bestehend aus den Anrainergemeinden Mörlenbach, Abtsteinach, Wald-Michelbach und dem Landkreis Bergstraße hat die seit 1994 stillgelegte Strecke von der DB AG erworben. Die Strecke wird zurzeit saniert und soll mit Solarraisinen (Bild 5) als Touristenattraktion wieder reaktiviert werden.



Bild 5: Solarbetriebe Hybriddraisine [6]

Auf dem verbliebenen 10,9 km langen Streckenabschnitt zwischen Mörlenbach und Wald-Michelbach (Bild 6) befinden sich zwei bergmännisch in Belgischer Bauweise aufgefahrene Tunnel.

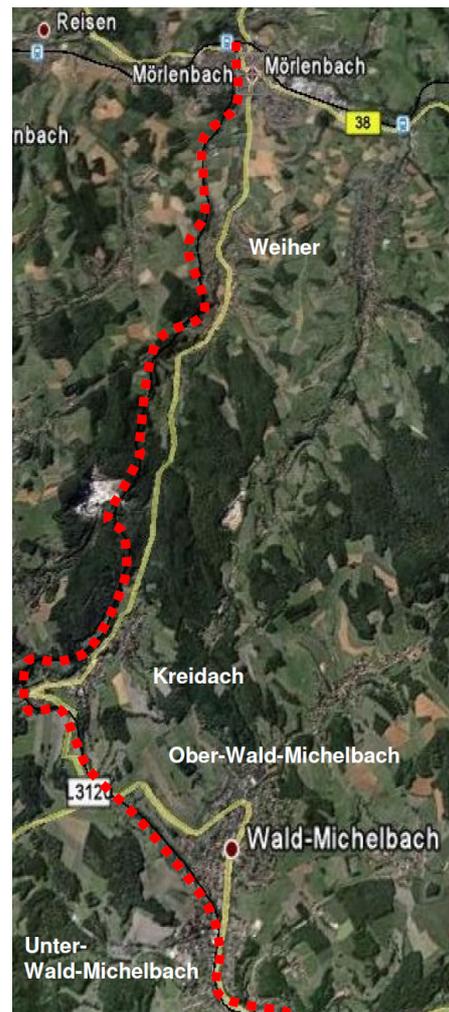


Bild 6: Streckenverlauf [6]

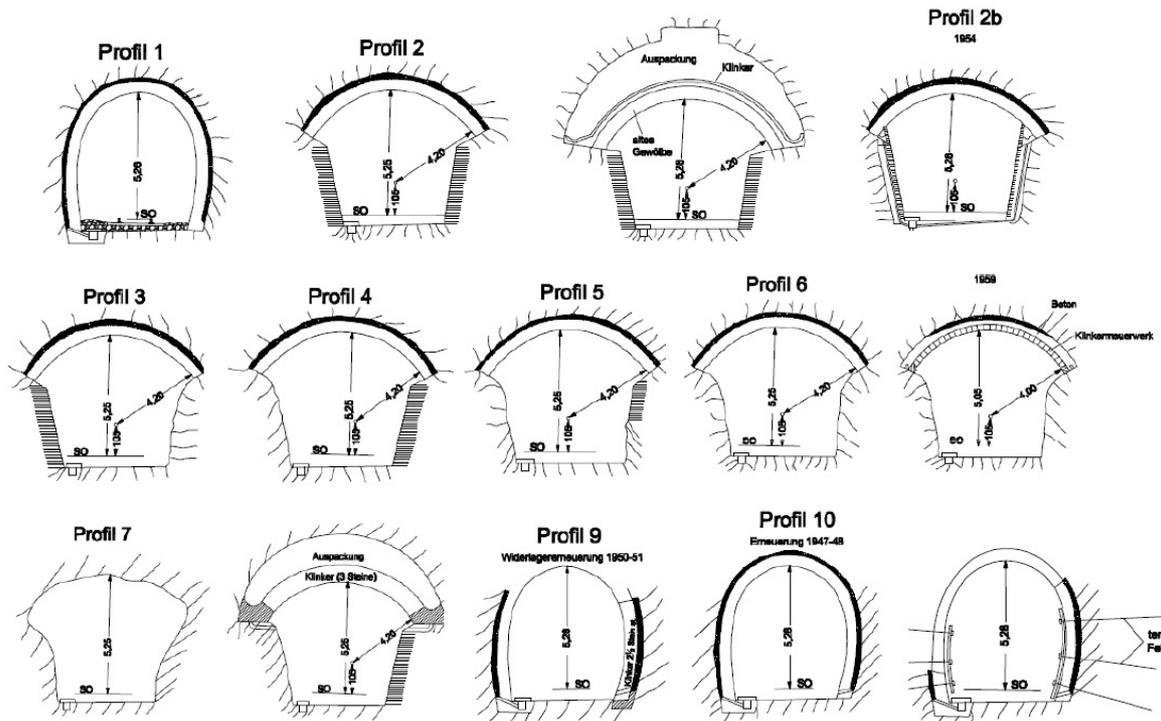


Bild 7: Ausbauprofile Tunnel Wald-Michelbach [6]

Beim Tunnel Wald-Michelbach, der zwischen den Ortschaften Kreidach und Wald-Michelbach mit einer Länge von 679 m besteht, erfolgte die Felshohlraumssicherung in unterschiedlicher Weise. Insgesamt sind beim Tunnel Wald-Michelbach 14 verschiedene Ausbauförmungen vorhanden (Bild 7). Grundsätzlich hat der Tunnel einen pilzartigen Querschnitt, für den ein vergleichsweise flaches Firstgewölbe gewählt wurde und dessen Kämpfer seitlich in das Gebirge eingelassen sind. Aufgrund einer kriegsbedingten Explosion wurde der nordöstliche Teil des Tunnels auf einer Länge von ca. 60 m zerstört. In diesem Bereich wurde das Tunnelgewölbe nach dem Krieg in Ortbetonbauweise neu erstellt und das oberhalb gelegene Gelände anschließend neu profiliert.

Für die Sanierungsplanung wurden die Tunnelauskleidung und das Gebirge mit Kernbohrungen erkundet (Bild 8). Insgesamt wurden 10 Bohrungen in Längen bis maximal 5,80 m abgeteuft. Zur Untersuchung des Sohlkanals sowie der Gleisquerungskanäle wurden im nordöstlichen Portalbereich des Wald-Michelbacher Tunnels Handschürfe im Gleisbett durchgeführt.

Zur Ermittlung der mechanischen Eigenschaften des Gesteins und der angetroffenen Tunnelauskleidung wurden einaxiale Druckversuche und Punktlastversuche durchgeführt. Ebenso wurde zur Untersuchung des Verwitterungsgrades der natürliche Wassergehalt bestimmt.

Im Bereich der Bahntrasse des Wald-Michelbacher Tunnels stehen Granite, insbesondere Biotit- und

Hornblendegranite, Quarzitschiefer und Quarzitglimmerschiefer sowie Amphibolite des kristallinen Grundgebirges an. Darüber folgen als Deckschichten im Bereich von Tälern und Rinnen alluviale Lehme und sandig, kiesig, steinige Ablagerungen in Rinnen sowie diluviale Gehängelehme mit überwiegend bindigem Charakter.

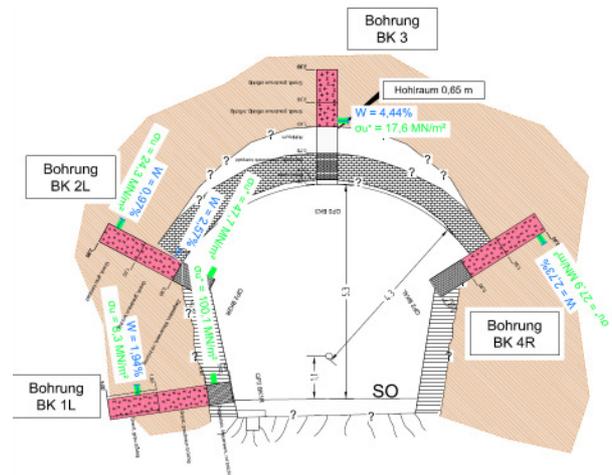


Bild 8: Querprofil Tunnelmeter 0+292 Tunnel Wald-Michelbach

Zur Beurteilung der Standsicherheit wurden zweidimensionale numerische Berechnungen für verschiedene Querschnitte durchgeführt (Bild 9). Danach besteht global eine ausreichende Standsicherheit des Hohlraums.

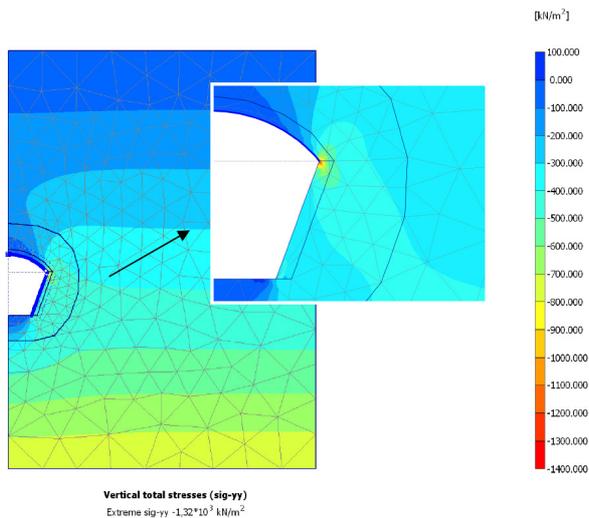


Bild 9: Numerische Berechnungen Tunnel Wald-Michelbach

Im größten Teil des Tunnelbauwerks wurde in den 60er Jahren eine ca. 3 cm bis 5 cm starke Spritzputzschicht zur Versiegelung des Gewölbes aufgebracht. Diese Versiegelung hatte den Zweck, die betriebsgefährdende Eiszapfenbildung im Winter zu vermeiden. Altersbedingt weist dieser Putz starke Schäden auf. Für den überwiegend in den warmen Jahreszeiten stattfindenden Draisenbetrieb hätten diese Schäden eine größere Gefahr dargestellt als die Eiszapfenbildung. Um auf eine kostenintensive Erneuerung zu verzichten, wurde daher der Spritzputz in den losen und hohl liegenden

Bereichen entfernt, aber nicht ersetzt. Über die gesamte Tunnellänge wurde ein Steinschlagschutznetz als Überkopfsicherung eingebaut (Bild 10). Hierzu kam ein mehrfach gedrilltes, korrosionsgeschütztes Sechseckstahlnetz mit einer Breite von 3,0 m zum Einsatz. In Abständen von 3 m wurden in der Firste zwei Ösenanker sowie alle 30 m je ein Ösenanker beidseitig im Kämpferbereich zur seitlichen Abspannung hergestellt. Das Steinschlagschutznetz wurde zwischen Spannseilen befestigt und mittels Spannschlössern alle 30 m straff gespannt. Die Überlappung der Netze betrug mindestens 10 cm. Aus naturschutztechnischen Gründen (Fledermauspopulationen im Tunnel) wurde eine Maschenweite von 8 cm x 10 cm gewählt.

Zur Erhöhung der Standsicherheit und als konservierende Maßnahme wurden partiell Entwässerungsbohrungen und Abschlauungen sowie Mauerwerksertüchtigungen und rückverankerte Spritzbetonknaggen ausgeführt.

Mit den beschriebenen Maßnahmen konnten die Sanierungskosten auf weniger als ein Viertel der in der Vorplanung veranschlagten Kosten reduziert werden.

Am östlichen Portal des Wald-Michelbacher Tunnels wurde ein Portalkragen der im Jahre 1986 abgebrochen war, wieder angebaut, um den Trassenbereich vor erodiertem Bodenmaterial und herabströmendem Wasser frei zu halten (Bilder 11 und 12).

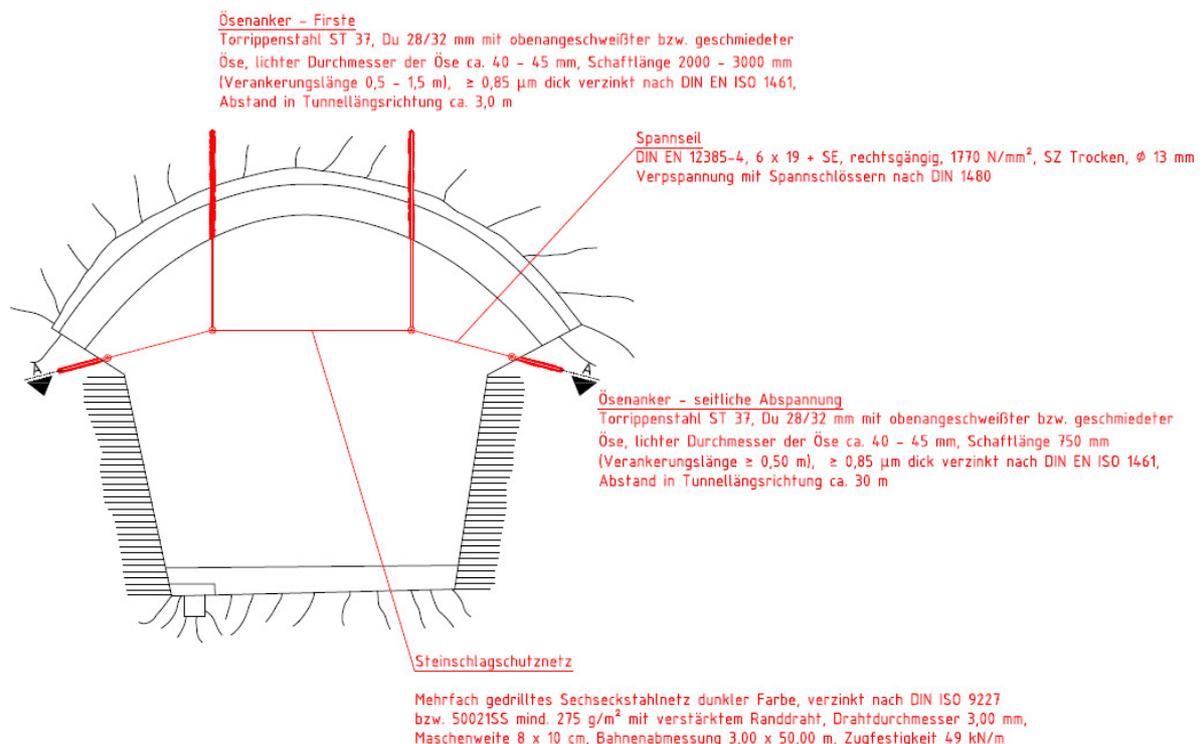


Bild 10: Netzsicherung Tunnel Wald-Michelbach [6]



Bild 11: Ostportal Tunnel Wald-Michelbach um 1901 [7]



Bild 12: Ostportal Tunnel Wald-Michelbach heute vor der Sanierung

Neben der Erstellung des Portalkragens am östlichen Portal wurden weitere Sanierungsmaßnahmen erforderlich. Diese umfassten das Entfernen und Erneuern von losem Spritzbeton und das Wiederherstellen des Übergangsbereichs vom westlichen Tunnelportal zur nördlichen Böschung mittels Felsankern und Spritzbeton. Zusätzlich wurden das Mauerwerk und die Abdeckplatten des westlichen Portals neu verfügt.

5.2 Nordbahntrasse Wuppertal

Der Umbau einer insgesamt ca. 22 km langen ehemaligen Eisenbahntrasse, der sogenannten Nordbahntrasse (Bild 13), in einen Geh-, Rad und Inlinerweg ist ein Projekt der Stadt Wuppertal, das mit ehrenamtlicher Unterstützung der Bürger der Stadt Wuppertal (Wuppertalbewegung e. V.) sowie mit Fördermitteln des Landes NRW umgesetzt werden soll (vgl. [8]). Mit der Umsetzung des Projektes wird erstmals eine durchgehende verkehrswichtige Verbindungsfunktion für nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer und die Freizeitnutzung innerhalb der Stadt Wuppertal mit einer Vernetzung der Wuppertaler Innenstadtbereiche und dem Umland erreicht. Die Attraktivität des neuen Radweges

ergibt sich im Besonderen aus der ehemaligen Bahnstrecke mit den historischen Bahnhöfen, Brücken, Viadukten und Tunnelbauwerken. Das Bauvolumen umfasst ca. 28 Mio. EUR.



Bild 13: Die Nordbahntrasse mitten durch Wuppertal



Bild 14: Straßenbauarbeiten Nordbahntrasse

Die Trasse ist in fünf Förderbereiche aufgeteilt, von denen drei Bereiche innerhalb der Stadt Wuppertal liegen. In den drei innerstädtischen Bereichen befinden sich fünf Tunnelbauwerke die eine Länge von ca. 85 m bis ca. 488 m haben und die im Rahmen des Umbaus zu sanieren sind. Ziel der Sanierung ist es, die Bauwerke für einen Zeitraum von 20 Jahren als verkehrssicher zu ertüchtigen.

Am Beispiel des Tunnels Dorrenberg, der in den Jahren 1868 bis 1874 aufgeföhren wurde, soll nachfolgend das gewählte Sanierungskonzept vorgestellt werden. Der Tunnel Dorrenberg hat eine Länge von ca. 175 m. Der als Hufeisenprofil ausgebildete Querschnitt mit offener Sohle weist eine lichte Höhe von ca. 6,75 m und eine lichte Breite von ca. 8,4 m auf. Die Überdeckung beträgt maximal ca. 14 m.

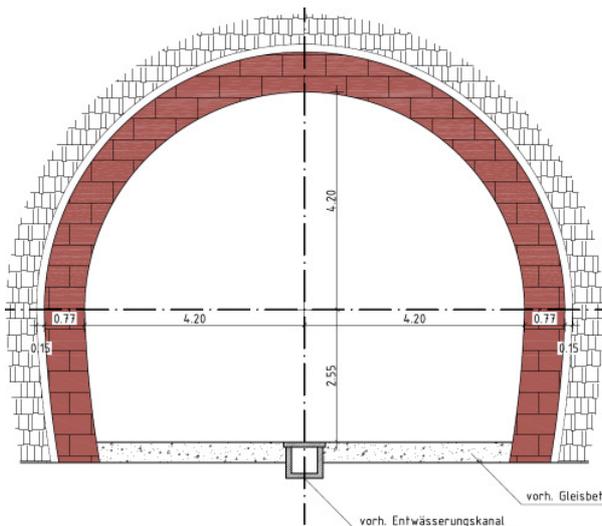


Bild 15: Querprofil II, Bestand, Dorrenberg Tunnel

Der Tunnel ist vermutlich in der Belgischen Bauweise errichtet worden und besitzt zwei unterschiedliche Profilstärken. Die Profilstärken des verputzten Ziegelmauerwerks variieren zwischen ca. 64 cm und 103 cm.

Die Tunnelportale sowie die Portalkronen bestehen aus Ziegelmauerwerk. In Zuge vergangener Sanierungen wurde das Westportal sowie dessen Portalkrone umgebaut und vollständig mit Spritzputz verkleidet. Das Ziegelmauerwerk ist nicht mehr zu erkennen. Als horizontaler Abschluss wurde am Westportal ein Kopfbalken aus Beton verlegt. Hinter der westlichen Portalstirnwand befindet sich parallel zu dieser Wand eine Stützmauer aus Naturstein.



Bild 16: Ansicht Westportal Dorrenberg Tunnel mit dahinterliegender Stützwand

Das Ostportal ist vollständig unverputzt. Als horizontaler Abschluss der Portalkrone sind Kopfbalken aus Ziegelsteinen verlegt. Mittels Wasserspeier wird der Bereich hinter der Portalstirnwand entwässert. Vor dem östlichen Portal grenzt eine Stützmauer aus Naturstein an die Portalstirnwand an.

Der Tunnel liegt am Rande des Hardt-Sattels im Bereich zweier von NNW nach SSE verlaufender Verwerfungen. Das zwischen diesen Verwerfungen anstehende Festgestein besteht aus Flnzschiefer der Adorfer Stufe (Oberdevon). Westlich und östlich der Verwerfungen steht Schwelmer Kalk (Massenkalk) an. Der Flnzschiefer besteht vorwiegend aus dunkelgrauen bis grauschwarzen kalkigen Mergelschiefern. Beim Schwelmer Kalk handelt es sich um dunkle Actinostroma- und Amphipora-Kalke.

Der Tunnel ist gemäß den vorhandenen Unterlagen und der Vorplanung als standsicher eingestuft. Aufgrund der vorhandenen Schäden an der Tunnelauskleidung ist die Verkehrssicherheit jedoch durch herabfallende Spritzputzteile nicht gewährleistet. Stellenweise liegt das Ziegelmauerwerk im Gewölbe aufgrund von abgeplatzten Putzteilen frei. Im westlichen Bereich sind vermehrt feuchte bis nasse Stellen zu beobachten.

Das Sanierungskonzept der Vorplanung sah vor, den Spritzputz komplett zu entfernen. Auf dem gereinigten Mauerwerk sollten Noppenbahnstreifen zur Abführung von zutretendem Wasser fixiert werden. Über die gesamte Tunnellaubung sollte eine verzinkte Betonstahlmatte mit Edelstahlankern an der Innenschale montiert werden. Im Anschluss an die Bewehrungsarbeiten sollte dann eine 8 bis 10 cm starke Spritzbetonschicht aufgebracht werden.

Im Rahmen der Ausarbeitung der Entwurfsplanung wurde deutlich, dass zwei Aspekte maßgeblich in den Vordergrund rückten, die eine Änderung der Planung zur Folge hatte.

Durch die vorhandene Feuchtigkeit und Hohlräume im Tunnel war ein Lebensraum für Fledermäuse in der Winterzeit entstanden. Durch die Änderung des feuchten Klimas bestand die Gefahr, den Lebensraum für die Fledermäuse zu verlieren. Ebenso sollte eine Kostenreduzierung für die Sanierung erreicht werden. Zum einen waren also die Nutzungsanforderung bzgl. der Lebensräume der Fledermäuse und zum anderen der wirtschaftliche Aspekt beim neuen Sanierungskonzept zu berücksichtigen.

Als Grundlage für das modifizierte Sanierungskonzept diente eine erneute handnahe Untersuchung der mittlerweile vom Spritzputz befreiten Innenschale. Das aktuelle Sanierungskonzept sieht vor, den Tunnel in verschiedene Sanierungsbereiche zu unterteilen, in denen zwei Sanierungsprofile zum Einsatz kommen sollen.

Diese zwei Profile lassen sich, wie folgt, charakterisieren:

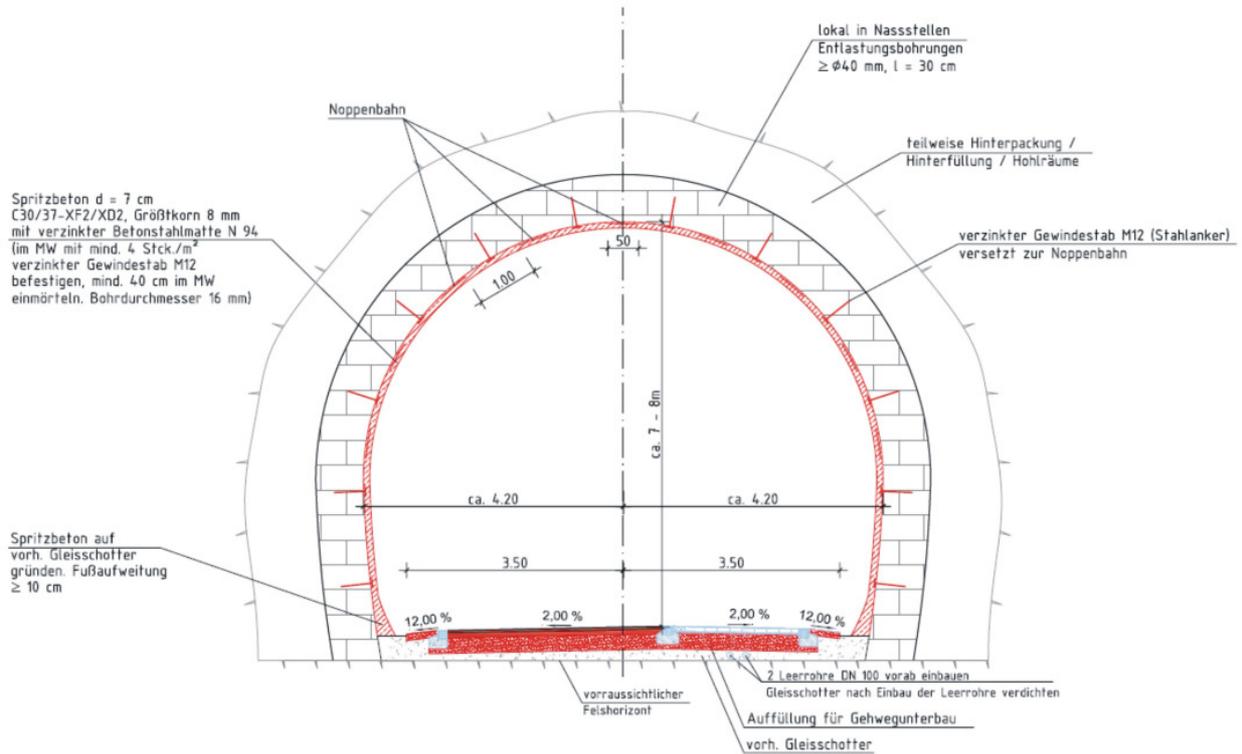


Bild 17: Profil 1 „Feuchte Bereiche“ Spritzbetonsicherung, Dorrenberg Tunnel

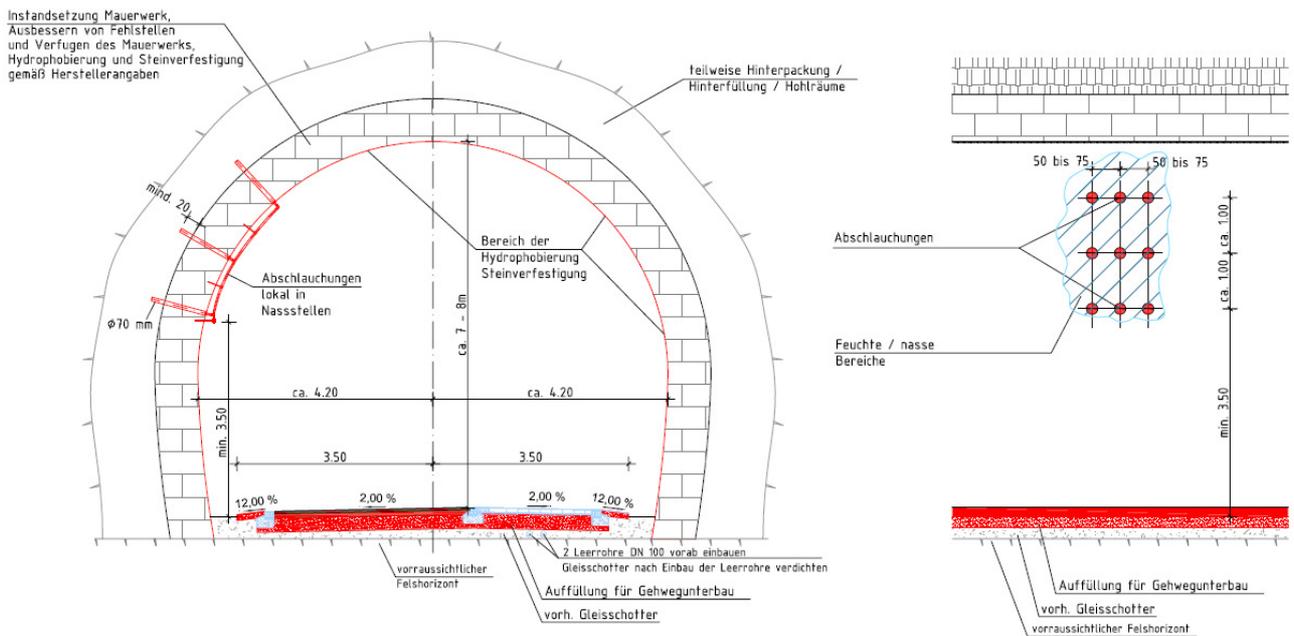


Bild 18: Profil 2 Hydrophobierung und Steinverfestigung / Abschlauchungen, Dorrenberg Tunnel

Im Profil 1 (Bild 17) ist der Tunnel dadurch gekennzeichnet, dass hier eine Vielzahl von nassen und feuchten Stellen bzw. Wasseraustritten vorhanden sind. Hier werden auf dem gereinigten Mauerwerk rasterförmig Noppenbahnen zur Abführung von zutretendem Wasser fixiert. Im Bereich von Feuchtstellen werden zusätzlich systematisch Entlastungsbohrungen angeordnet. Über die komplette Tunnellaubung soll eine verzinkte Betonstahlmatte mit Stahllankern befestigt werden. Anschließend wird eine 7 cm starke Spritzbetonschale aufgebracht. Das Profil 1 entspricht damit im Grunde der Vorplanung.

Im Profil 2 (Bild 18) ist nur eine geringe Anzahl von lokal begrenzten nassen und feuchten Stellen vorhanden. Diese werden gezielt durch Abschlauungen (Bild 19) gefasst und seitlich in das Schotterbett abgeleitet und versickert. Dadurch wird das feuchte Klima im Tunnel erhalten. Das grundsätzlich tragfähige Mauerwerk im Tunnel wird lokal mit Trasszementmörtel verfügt. Marodes Mauerwerk wird lokal entfernt und durch neues Mauerwerk ersetzt. Desweiteren wird eine Steinverfestigung und Hydrophobierung des Mauerwerks durchgeführt. Auf eine Spritzbetonsicherung wird im Profil 2 verzichtet.

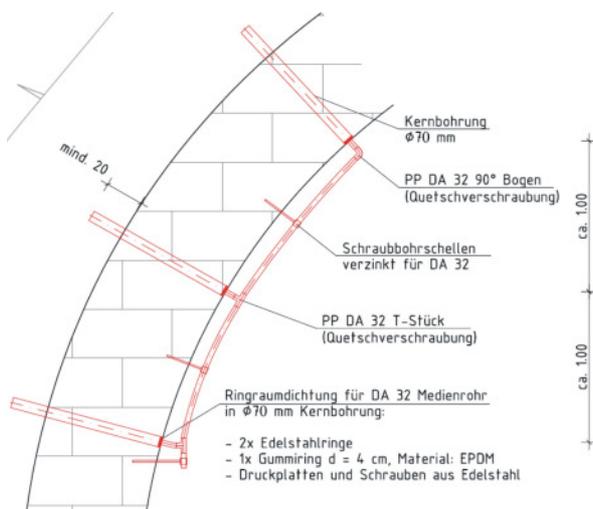


Bild 19: Prinzip Abschlauchung, Dorrenberg Tunnel

Die Sanierung des Tunnels Dorrenberg soll im Jahr 2012 erfolgen. Die anderen Tunnelbauwerke der Nordbahntrasse folgen sukzessive.

Literatur

- [1] Breidenstein, M.: Neues Tunnelbauverfahren zur Streckenmodernisierung unter laufendem Betrieb, Tunnel 2/2007, S. 20 ff.
- [2] Heisterkamp, H.; Heßling, J.: Tunnel-Erweiterungsmaschinen [TEM] für die Sanierung alter Eisenbahntunnel, Geotechnik 31, 2008, S. 140 ff.

- [3] Tunnel-Erweiterungs-Maschine TEM 8400, Produktinformation, GTA Maschinen GmbH
- [4] Simon, S.; Fromm, H.; Wawrzyniak, C.: Erneuerung bestehender Eisenbahntunnel. Neue Methoden zur geotechnischen Untersuchung und Bemessung, Beratende Ingenieure, Volume 38, Ausgabe 7/8, 2008, S. 45 ff.
- [5] Simon, S.: Erneuerung bestehender Eisenbahntunnel bei der DB AG, Taschenbuch für den Tunnelbau 2012, VGE Verlage GmbH, Essen, 2011, S. 339 ff.
- [6] Wilkes, M.; Engelhardt, H.; Fromm, H.: Reaktivierung der Überwaldbahn/Hessen, Per Draisine durch den Odenwald, Beratende Ingenieure, Volume 41, Ausgabe 3/4, 2011, S. 50 ff.
- [7] Fotos von Tunnelportalen der DB, Bilder der Strecke: 3579, URL: <http://www.lothar-brill.de/inhalt/tunnelportale/3579.html>, 24.11.2009
- [8] Wuppertalbewegung e. V.: Machbarkeitsstudie für einen Fuß- und Radweg auf der Nordbahntrasse, Wuppertal, 18. Mai 2006
- [9] Fromm, Krajewski, Vetter, Wawrzyniak, Stabilisierung eines Rutschhanges im Bereich des Tunnels Schlüchtern, Tagungsband zum 24. Christian Veder Kolloquium, Graz, 16. – 17. April 2009
- [10] Fromm, Wawrzyniak, Renewal of Existing Railroad Tunnels Under Ongoing Rail Traffic, Tagungsband zur North American Tunneling Conference 2010